

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-159731

(43)Date of publication of application : 12.06.2001

(51)Int.Cl.

G02B 13/00

G02B 13/18

G11B 7/135

(21)Application number : 11-344442

(71)Applicant : KONICA CORP

(22)Date of filing : 03.12.1999

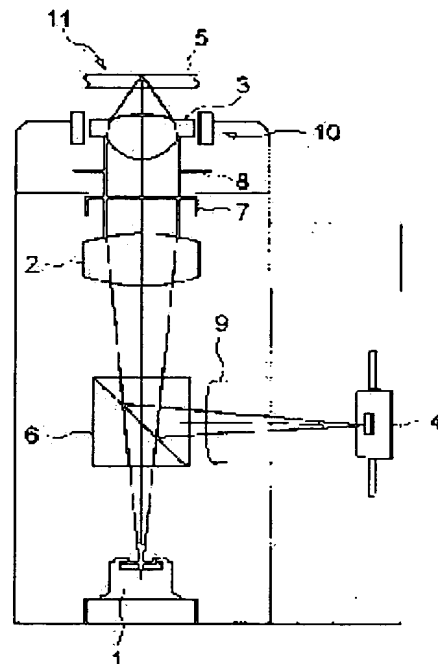
(72)Inventor : OTA KOHEI
ARAI NORIKAZU

(54) COUPLING LENS, OPTICAL PICKUP DEVICE AND SEMICONDUCTOR LASER COLLIMATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a coupling lens of a plastic material which is not changed in the diversion angle of an exit luminous flux even if a temperature fluctuation occurs, an optical pickup device which is not changed in an object position with respect to an objective lens even if the temperature fluctuates and is not deteriorated in the spherical aberration of the objective lens, and a semiconductor laser collimating device which can emit stable parallel luminous fluxes even if a temperature fluctuation occurs.

SOLUTION: This coupling lens 2 consists of a plastic material, has a diffraction face on which a level difference is formed in a ring band form on at least either one of a first face or second face and satisfies the equation $\frac{c1+(c2-c1) \cdot \sin D}{C} \cdot \frac{D}{\sin C} < 0.15 \lambda$ (mm). The optical pickup device and the semiconductor laser collimating device include the coupling lens.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-159731

(P2001-159731A)

(43) 公開日 平成13年6月12日 (2001. 6. 12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 2 B 13/00		G 0 2 B 13/00	2 H 0 8 7
	13/18	13/18	5 D 1 1 9
G 1 1 B 7/135		G 1 1 B 7/135	A 9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平11-344442

(22) 出願日 平成11年12月3日 (1999. 12. 3)

(71) 出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72) 発明者 大田 耕平

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

(72) 発明者 荒井 則一

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

最終頁に続く

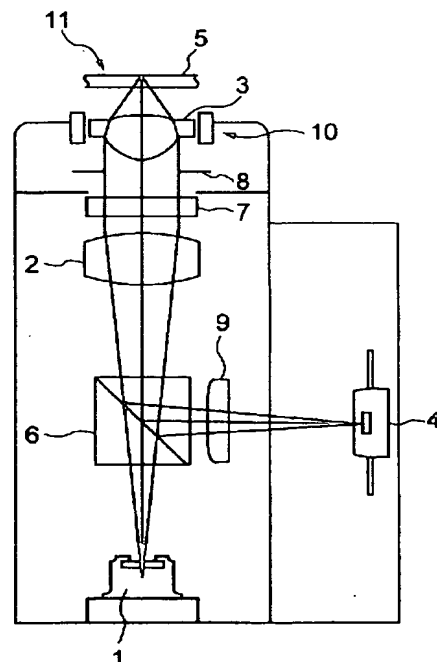
(54) 【発明の名称】 カップリングレンズ、光ピックアップ装置及び半導体レーザコリメート装置

(57) 【要約】

【課題】 射出光束の発散角が温度変動が生じても変化しないプラスチック材料のカップリングレンズ、対物レンズに対する物体位置が温度が変動しても変化せず対物レンズの球面収差が劣化しない光ピックアップ装置、及び温度変動が生じても安定した平行光束が射出できる半導体レーザコリメート装置を提供する。

【解決手段】 このカップリングレンズ2は、プラスチック材料からなり、第1面または第2面の少なくとも一方に輪帯状に段差が形成された回折面を有し、次式を満たすものである。光ピックアップ装置及び半導体レーザコリメート装置はこのカップリングレンズを含む。

$|c1 + (c2 - c1) \cdot \phi D / \phi C| / f c < 0.15$
 $\lambda (\text{mm})$



【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報記録媒体について記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置に用いられるカップリングレンズであって、

プラスチック材料からなり、

第1面または第2面の少なくとも一方に輪帯状に段差が形成された回折面を有し、

次式を満たすことを特徴とするカップリングレンズ。

$$|c1 + (c2 - c1) \cdot \phi D / \phi C| / fc < 0.15 \lambda \text{ (mm)}$$

但し、 $c1 = 1 / (n-1) \cdot dn/dt + 1 / (n-1) \cdot dn/d\lambda \cdot d\lambda/dt - \alpha$

$$c2 = 1 / \lambda \cdot d\lambda/dt - 2\alpha$$

fc : カップリングレンズの焦点距離 (mm) ($= 1 / \phi C$)

λ : 波長 (mm)

n : カップリングレンズの屈折率

α : カップリングレンズの線膨張係数

ϕD : 回折面のパワー (回折面を両面に設ける場合は回折面のパワーの算術和を ϕD とする)

ϕC : カップリングレンズのパワー

dn/dt : 温度変動に対する屈折率変化の割合

$dn/d\lambda$: 波長変化に対する屈折率変化の割合

$d\lambda/dt$: 温度変動に対する、使用する光源の波長変化の割合

【請求項2】 $d\lambda/dt = 2 \times 10^{-7}$ である請求項1に記載のカップリングレンズ。

【請求項3】 $d\lambda/dt = 5 \times 10^{-8}$ である請求項1に記載のカップリングレンズ。

【請求項4】 情報記録媒体について記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置に用いられるカップリングレンズであって、

プラスチック材料からなり、

第1面または第2面の少なくとも一方に、温度変動に対する射出光束の発散角または収束角の変化を抑制するための、輪帯状に段差が形成された回折面を有し、次式を満たすことを特徴とするカップリングレンズ。

$$-0.2 \leq mc \leq 0.2$$

$$2.0 \leq fc \leq 2.5$$

但し、 mc : カップリングレンズの倍率

fc : カップリングレンズの焦点距離 (mm)

【請求項5】 前記回折面は、2次以上の次数の回折光に対してブレース化されている請求項1、2、3または4に記載のカップリングレンズ。

【請求項6】 請求項1～5のいずれか1項に記載のカップリングレンズを有する光ピックアップ装置。

【請求項7】 光源からの光束をカップリングレンズと対物レンズとを含む光学系により情報記録媒体の情報記録面上に集光して情報の記録または再生を行うように構成された光ピックアップ装置であって、

前記カップリングレンズがプラスチック材料からなり、

前記カップリングレンズの少なくとも一方の面に、輪帯状に段差が形成された回折面を設けるか、あるいは前記カップリングレンズの近傍に、輪帯状に段差が形成された回折面を少なくとも一方の面に有する光学素子を設け、

次式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$|c1 + (c2 - c1) \cdot \phi D / \phi C| / fc < 0.15 \lambda \text{ (mm)}$$

但し、 $c1 = 1 / (n-1) \cdot dn/dt + 1 / (n-1) \cdot dn/d\lambda \cdot d\lambda/dt - \alpha$

$$c2 = 1 / \lambda \cdot d\lambda/dt - 2\alpha$$

fc : カップリングレンズの焦点距離 (mm) ($= 1 / \phi C$)

λ : 波長 (mm)

n : カップリングレンズの屈折率

α : カップリングレンズの線膨張係数

ϕD : 回折面のパワー (回折面を両面に設ける場合は回折面のパワーの算術和を ϕD とする)

ϕC : カップリングレンズのパワー

dn/dt : 温度変動に対する屈折率変化の割合

$dn/d\lambda$: 波長変化に対する屈折率変化の割合

$d\lambda/dt$: 温度変動に対する光源の波長変化の割合

【請求項8】 次式を満たすことを特徴とする請求項7に記載の光ピックアップ装置。

$$(NAo \cdot (1 - mo))^4 \cdot (fo^2 / fc) \cdot |c1 + (c2 - c1) \cdot \phi D / \phi C| < 0.019 \lambda$$

但し、 NAo : 対物レンズの像側開口数

mo : 対物レンズの横倍率

fo : 対物レンズの焦点距離

【請求項9】 次式を満たすことを特徴とする請求項8に記載の光ピックアップ装置。

$$(NAo \cdot (1 - mo))^4 \cdot (fo^2 / fc) \cdot |c1 + (c2 - c1) \cdot \phi D / \phi C| < 0.010 \lambda$$

【請求項10】 次式を満たすことを特徴とする請求項7、8または9に記載の光ピックアップ装置。

$$\lambda < 0.00068 \text{ mm}$$

【請求項11】 次式を満たすことを特徴とする請求項7、8または9に記載の光ピックアップ装置。

$$\lambda < 0.00045 \text{ mm}$$

【請求項12】 光源からの光束をカップリングレンズと対物レンズとを含む光学系により情報記録媒体の情報記録面上に集光して情報の記録または再生を行うように構成された光ピックアップ装置であって、

前記カップリングレンズがプラスチック材料からなり、温度変動に対する前記カップリングレンズの射出光束の発散角または収束角の変化を抑制するために、前記カップリングレンズの少なくとも一方の面に、輪帯状に段差が形成された回折面を設けるか、あるいは前記カップリングレンズの近傍に、輪帯状に段差が形成された回折面を少なくとも一方の面に有する光学素子を設け、

次式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$-0.2 \leq mc \leq 0.2$$

$$2. 0 \leq fc \leq 25$$

但し、 mc : カップリングレンズの倍率

fc : カップリングレンズの焦点距離 (mm)

【請求項 13】 半導体レーザと、半導体レーザからの光束が入射し、平行光が出射するカップリングレンズとを備える半導体レーザコリメート装置であって、

前記カップリングレンズが、
プラスチック材料からなり、

第 1 面または第 2 面の少なくとも一方に輪帯状に段差が形成された回折面を有し、
次式を満たすことを特徴とする半導体レーザコリメート装置。

$$|c1 + (c2 - c1) \cdot \phi D / \phi C| / fc < 0.15 \lambda \text{ (mm)}$$

但し、 $c1 = 1 / (n-1) \cdot dn/dt + 1 / (n-1) \cdot dn/d\lambda \cdot d\lambda/dt - \alpha$

$$c2 = 1 / \lambda \cdot d\lambda/dt - 2\alpha$$

fc : カップリングレンズの焦点距離 (mm) ($= 1 / \phi C$)

λ : 半導体レーザの波長 (mm)

n : カップリングレンズの屈折率

α : カップリングレンズの線膨張係数

ϕD : 回折面のパワー (回折面を両面に設ける場合は回折面のパワーの算術和を ϕD とする)

ϕC : カップリングレンズのパワー

dn/dt : 温度変動に対する屈折率変化の割合

$dn/d\lambda$: 波長変化に対する屈折率変化の割合

$d\lambda/dt$: 温度変動に対する、使用する半導体レーザの波長変化の割合

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光ピックアップ用のカップリングレンズ、光ピックアップ装置及び半導体レーザコリメート装置に関し、詳しくは、光磁気ディスク、光ディスクなどの情報記録媒体について記録または再生を行う光学記録再生装置の光ピックアップに用いられ、光源からの発散光を発散角を変換して対物レンズに導くカップリングレンズ、そのカップリングレンズを用いた光ピックアップ装置及び半導体レーザコリメート装

$$|c1 + (c2 - c1) \cdot \phi D / \phi C| / fc < 0.15 \lambda \text{ (mm)} \quad (A)$$

但し、 $c1 = 1 / (n-1) \cdot dn/dt + 1 / (n-1) \cdot dn/d\lambda \cdot d\lambda/dt - \alpha$

$$c2 = 1 / \lambda \cdot d\lambda/dt - 2\alpha$$

fc : カップリングレンズの焦点距離 (mm) ($= 1 / \phi C$)

λ : 波長 (mm)

n : カップリングレンズの屈折率

α : カップリングレンズの線膨張係数

ϕD : 回折面のパワー (回折面を両面に設ける場合は回折面のパワーの算術和を ϕD とする)

ϕC : カップリングレンズのパワー

* 置に関する。

【0002】

【従来の技術】情報記録媒体について記録または再生を行う光ピックアップ装置においてカップリングレンズが対物レンズに前置されるが、このカップリングレンズは光源である半導体レーザからの発散光をその発散角を変換して対物レンズに導く。カップリングレンズには NA が 0.1 ないし 0.2 程度の単玉の無収差レンズが用いられ、半導体レーザからの発散光を平行光にコリメートするものが一般的である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述のカップリングレンズをプラスチック材料で作れば、安価に製造できるが、プラスチック材料のレンズは、温度変動によって焦点距離に変化を生じる。したがって、カップリングレンズを射出した光束の発散角が温度変動に伴って変化してしまう。この結果、対物レンズに対する物体位置が変化し、球面収差が劣化するという問題があった。

【0004】本発明は、かかる従来技術の問題に鑑み、プラスチック材料からなり、射出した光束の発散角が温度変動によってほとんど変化せず、射出した光束は平行光に限らず、収束光あるいは発散光の場合でも温度変動によって収束の度合いあるいは発散の度合いがほとんど変化しないカップリングレンズを提供することを目的とする。

【0005】また、カップリングレンズを射出した光束の発散角が温度変動によってほとんど変化せず、対物レンズの球面収差が劣化しない光ピックアップ装置、及び温度変動によって平行光束の平行が変化しない半導体レーザコリメート装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明のカップリングレンズは、情報記録媒体について記録及び／又は再生を行う光ピックアップ装置に用いられるカップリングレンズであって、プラスチック材料からなり、第 1 面または第 2 面の少なくとも一方に輪帯状に段差が形成された回折面を有し、次式 (A) を満たすことを特徴とする。

【0007】

dn/dt : 温度変動に対する屈折率変化の割合

$dn/d\lambda$: 波長変化に対する屈折率変化の割合

$d\lambda/dt$: 温度変動に対する、使用する光源の波長変化の割合

【0008】このカップリングレンズによれば、カップリングレンズから射出した光束の発散角が温度変動によってほとんど変化しない。このため、射出した光束は平行光に限らず、収束光あるいは発散光の場合でも温度変動によって収束の度合いあるいは発散の度合いがほとんど変化しない。

5

【0009】また、 $d\lambda/dt = 2 \times 10^{-7}$ としたとき、上述の式(A)を満たすことが好ましい。あるいは、 $d\lambda/dt = 5 \times 10^{-8}$ としたとき、上述の式(A)を満たすことが好ましい。

【0010】また、本発明の別のカップリングレンズは、情報記録媒体について記録及び/又は再生を行う光*

$$-0.2 \leq mc \leq 0.2$$

$$2.0 \leq fc \leq 2.5$$

但し、 mc ：カップリングレンズの倍率

fc ：カップリングレンズの焦点距離(mm)

【0011】このカップリングレンズによれば、カップリングレンズからの射出光束の発散角または収束角の温度変動による変化を抑制し、また、 mc が式(B)の下限以上であると、カップリングレンズの外径が大きくなり、上限以下であると、対物レンズの外径が大きくなり、光ピックアップ装置に適用した場合、その小型化が可能となる。また、 fc が式(C)の下限以上であると、強いパワーの回折面がさほど必要にならず、回折効率の高い回折輪帯を製造することが容易となり、また上限以下であると、光ピックアップ装置に適用した場合、その小型化が可能となる。

【0012】また、前記回折面は、2次以上の次数の回折光に対してブレース化されていること、即ち、上述の式(A)、または(B)及び(C)を満たすように、かつ2次以上の次数であって所定の次数である回折光の回折効果が最大となるようにブレース化された回折面が形成されていることが好ましい。

【0013】また、上述の各カップリングレンズを有するように光ピックアップ装置を構成することにより、カップリングレンズを射出した光束の発散角が温度変動によってほとんど変化せず、温度変動に対して安定で精度のよい記録または再生を行うことのできる装置を実現できる。

【0014】また、本発明の光ピックアップ装置は、光源からの光束をカップリングレンズと対物レンズとを含む光学系により情報記録媒体の情報記録面上に集光して情報の記録または再生を行うように構成された光ピックアップ装置であって、前記カップリングレンズがプラスチック材料からなり、前記カップリングレンズの少なくとも一方の面に、輪帯状に段差が形成された回折面を設けるか、あるいは前記カップリングレンズの近傍に、輪帯状に段差が形成された回折面を少なくとも一方の面に有する光学素子を設け、上述の式(A)を満たすことを特徴とする。

【0015】この光ピックアップ装置によれば、カップリングレンズを射出した光束の発散角が温度変動によってほとんど変化しないから、対物レンズの球面収差が劣化しない。これにより、温度変動に対して安定で精度のよい記録または再生を行うことのできる装置を実現できる。

6

*ピックアップ装置に用いられるカップリングレンズであって、プラスチック材料からなり、第1面または第2面の少なくとも一方に、温度変動に対する射出光束の発散角または収束角の変化を抑制するための、輪帯状に段差が形成された回折面を有し、次式を満たすことを特徴とする。

$$(B)$$

$$(C)$$

【0016】また、上述の光ピックアップ装置において次式を満たすことが好ましい。

$$(NAo \cdot (1 - mo))^4 \cdot (fo^2 / fc) \cdot |c1 + (c2 - c1) \cdot \phi D / \phi C| < 0.019\lambda$$

$$\text{また、} (NAo \cdot (1 - mo))^4 \cdot (fo^2 / fc) \cdot |c1 + (c2 - c1) \cdot \phi D / \phi C| < 0.010\lambda$$

を満たすことが更に好ましい。

但し、 NAo ：対物レンズの像側開口数

mo ：対物レンズの横倍率

fo ：対物レンズの焦点距離

【0017】また、上述の光源の波長 λ は、 $\lambda < 0.00068\text{ mm}$ を満たすことが望ましく、 $\lambda < 0.00045\text{ mm}$ を満たすことがより望ましい。

【0018】また、本発明の別の光ピックアップ装置は、光源からの光束をカップリングレンズと対物レンズとを含む光学系により情報記録媒体の情報記録面上に集光して情報の記録または再生を行うように構成された光ピックアップ装置であって、前記カップリングレンズがプラスチック材料からなり、温度変動に対する前記カップリングレンズの射出光束の発散角または収束角の変化を抑制するために、前記カップリングレンズの少なくとも一方の面に、輪帯状に段差が形成された回折面を設けるか、あるいは前記カップリングレンズの近傍に、輪帯状に段差が形成された回折面を少なくとも一方の面に有する光学素子を設け、上述の式(B)、(C)を満たすことを特徴とする。

【0019】この光ピックアップ装置によれば、カップリングレンズからの射出光束の発散角または収束角の温度変動による変化を抑制し、また、 mc が式(B)の下限以上であると、カップリングレンズの外径が大きくなり、上限以下であると、対物レンズの外径が大きくなり、光ピックアップ装置の小型化が可能となる。また、 fc が式(C)の下限以上であると、強いパワーの回折面がさほど必要にならず、回折効率の高い回折輪帯を製造することが容易となり、また上限以下であると、光ピックアップ装置の小型化が可能となる。

【0020】また、本発明の半導体レーザコリメート装置は、半導体レーザと、半導体レーザからの光束が入射し、平行光が射出するカップリングレンズとを備える半導体レーザコリメート装置であって、前記カップリングレンズが、プラスチック材料からなり、第1面または第2面の少なくとも一方に輪帯状に段差が形成された回折

面を有し、次式を満たすことを特徴とする。

$$\left| \frac{c_1}{c_2} \right| \leq 1 + (c_2 - c_1) \cdot \phi D / \phi C \quad | / f$$

$$c < 0.15 \lambda \text{ (mm)}$$

但し、 $c_1 = 1/(n-1) \cdot dn/dt + 1/(n-1) \cdot dn/d\lambda \cdot d\lambda/dt - \alpha$
 $c_2 = 1/\lambda \cdot d\lambda/dt - 2\alpha$

f : カップリングレンズの焦点距離 (mm) ($= 1/\phi C$)

λ : 半導体レーザの波長 (mm)

n : カップリングレンズの屈折率

α : カップリングレンズの線膨張係数

ϕD : 回折面のパワー (回折面を両面に設ける場合は回折面のパワーの算術和を ϕD とする)

ϕC : カップリングレンズのパワー

dn/dt : 温度変動に対する屈折率変化の割合

$dn/d\lambda$: 波長変化に対する屈折率変化の割合

$d\lambda/dt$: 温度変動に対する、使用する半導体レーザの波長変化の割合

【0022】この半導体レーザコリメート装置によれば、カップリングレンズを射出した光束の発散角が温度変動によってほとんど変化しないから、カップリングレンズからの平行光束の平行状態が温度変動により変化しない。従って、半導体レーザからの光を温度変動が生じても安定した平行光束として射出させることができる。

【0023】なお、本発明における光学系とは、例えばCDやDVDについて記録又は再生可能とするようなカップリングレンズ及び対物レンズを含む2以上の光学素子の集合であって、情報記録媒体上への情報の記録及び/又は情報記録媒体上の情報を再生可能とするための光学系全体のみならず、その光学系の一部を意味するものであってもよい。ここで、カップリングレンズとは、光源からの光束の発散角を変換して対物レンズに導くための光学素子であり、光源からの発散光を略平行光束とするいわゆるコリメートレンズを含むものである。一方、対物レンズは、光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態において、最も光情報記録媒体側の位置でその光情報記録媒体に対向して配置されるレンズ群であって、光ピックアップ装置のアクチュエータによって少なくとも光軸方向に作動可能に設けられた集光作用を有するレンズ群を指すものである。また、本発明においてカップリングレンズの近傍に配置され得る光学素子とは、上記対物レンズのレンズ群とは別体で、かつ上記カップリングレンズの近傍 (一体であってもよい) に設けられ得る光学素子であり、例えば、屈折作用を殆ど持たないような光学素子を含むものである。この光学素子は、勿論、本発明の回折面をカップリングレンズに設けた場合には、必ずしも設ける必要がない。

【0024】また、本発明における情報記録媒体には、例えば、CD、CD-R、CD-RW、CD-Video、CD-ROM等の各種CD、DVD、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-R、DVD-RW等の各種DVD、或いはMD等のディスク状の情報記録媒体が挙

げられる。

【0025】また、情報記録媒体に対する情報の記録または (及び/又は) 再生とは、上記のような情報記録媒体の情報記録面上に情報を記録すること、情報記録面上に記録された情報を再生することをいう。本発明における光ピックアップ装置は、記録だけ或いは再生だけを行うために用いられるものであってもよいし、記録および再生の両方を行うために用いられるものであってもよい。また、或る情報記録媒体に対しては記録を行い、別の情報記録媒体に対しては再生を行うために用いられるものであってもよいし、或る情報記録媒体に対しては記録または再生を行い、別の情報記録媒体に対しては記録及び再生を行うために用いられるものであってもよい。なお、ここでいう再生とは、単に情報を読み取ることを含むものである。従って、本発明のカップリングレンズあるいは半導体コリメート装置が適用される光ピックアップ装置も、上述のような光ピックアップ装置を含むものである。

【0026】また、カップリングレンズのプラスチック材料としては、アクリル系、ポリオレフィン系、ポリカーボネイト系、スチレン系等を使用できるが、これらに限定されない。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態による光ピックアップ装置について図面を参照して説明する。図1は光ピックアップ装置の概略的構成を示す図である。

【0028】図1に示すように、光ピックアップ装置は、光源である半導体レーザ1と、光源から射出される発散光の発散角を変換するカップリングレンズ2と、カップリングレンズ2からの光束を光情報記録媒体11の情報記録面5に集光する対物レンズ3と、光情報記録媒体11からの反射光を受光する光検出器4とを備える。

【0029】光ピックアップ装置は、更に、光情報記録媒体11からの反射光を光検出器4に向けて反射し分離するビームスプリッタ6と、カップリングレンズ2と対物レンズ3との間に配置された1/4波長板7、対物レンズ3に前置された絞り8と、ビームスプリッタ6と光検出器4との間に配置されたシリンドリカルレンズ9と、光情報記録媒体11から情報を再生する際に作動するフォーカス・トラッキング用アクチュエータ10とを備える。

【0030】カップリングレンズ2は、樹脂材料から形成され、少なくとも一方の面に輪帯状に段差が形成される回折面を有する。回折面は基板となる基板レンズの表面に回折輪帯をレリーフ (表面の凹凸) として設けている。したがって、基板レンズは、回折のためのレリーフ構造を省いてマクロ的に見た形状のレンズとする。

【0031】本発明の光ピックアップ装置は、カップリングレンズを樹脂材料で形成することで生じる温度変動

に伴うカップリングレンズの焦点距離の変化を、回折面に適切なパワーを与えることによって補償するものである。即ち、温度が上昇すると半導体レーザの発振波長が長くなり、回折面のパワーが強くなって、カップリングレンズの基板レンズの温度上昇によるパワーの減少を補償する。

【0032】ここで、温度変動によってカップリングレンズの焦点距離が変化した時の、対物レンズの波面収差の変化を求める。

【0033】先ず、対物レンズとカップリングレンズとからなる系において、カップリングレンズの焦点距離の変化によって、対物レンズに対する物体位置が変化し、対物レンズの結像倍率が変化するによって生じる対物レンズの波面収差の劣化を考える。なお、対物レンズはベスト位置にフォーカシングされるものとする。

【0034】対物レンズの横倍率 m_o の変化による、対物レンズの波面収差 W_o (mm単位のrms)の劣化の割合 dW_o/dm_o は、対物レンズの像側開口数を NA_o 、焦点距離を f_o 、横倍率を m_o 、係数を β として次式で表される。なお、像側とは情報記録媒体側の意味である。

【0035】 $dW_o/dm_o = \beta \cdot (NA_o \cdot (1 - m_o))^4 \cdot f_o$

【0036】なお、単玉対物レンズで検討したところ β の値は ± 0.012 程度であった。(符号は W_o が増える方向に選ぶものとする。)

【0037】また、カップリングレンズの焦点距離の変化による対物レンズの結像倍率の変化の割合 dm_o/df_c を求めると、カップリングレンズからの射出光が平行光に近い場合、近似的に次式が得られる。

【0038】 $dm_o/df_c = -f_o/f_c^2$

【0039】次に、温度変動によるカップリングレンズの焦点距離の変化について説明する。先ず、基板レンズのパワーを ϕ_B 、回折面のパワーを ϕ_D として、カップリングレンズ全体のパワーを $\phi_C = \phi_B + \phi_D$ とする。回折面を両面に設ける場合は回折面のパワーの算術和を ϕ_D とする。

【0040】 n を屈折率、 λ を波長、 α を線膨張係数、 t を温度、 f_c を焦点距離とすると、温度変動による、カップリングレンズの焦点距離の変化の割合 df_c/dt は次式で表される。

【0041】

$$df_c/dt = -f_c^2 \cdot d\phi_C/dt \\ = -f_c^2 \cdot (c_1 \cdot \phi_B + c_2 \cdot \phi_D)$$

但し、 $c_1 = 1/(n-1) \cdot dn/dt + 1/(n-1) \cdot dn/d\lambda \cdot d\lambda/dt - \alpha$ *

$$(NA_o \cdot (1 - m_o))^4 \cdot (f_o^2/f_c) \cdot |c_1 + (c_2 - c_1) \cdot \phi_D/\phi_C| < 0.019\lambda$$

【0052】上述の式(1)の関係を満たせば、温度が変化しても、光源の発光点とカップリングレンズの焦点位置との位置関係がほとんど変わらず、カップリングレ

* $c_2 = 1/\lambda \cdot d\lambda/dt - 2\alpha$

【0042】または、 $\phi_B = \phi_C - \phi_D$ を用いると、次式となる。

【0043】 $df_c/dt = -f_c \cdot (c_1 + (c_2 - c_1) \cdot \phi_D/\phi_C)$

【0044】以上をまとめると、この系において温度変動 Δt に対する対物レンズの波面収差の劣化 ΔW_o (mm単位のrms)は次式となる。

$$\Delta W_o = (dW_o/dm_o) \cdot |(dm_o/df_c) \cdot (df_c/dt) \cdot \Delta t|$$

【0045】ここで、数値例を示す。即ち、対物レンズの像側開口数を $NA_o = 0.6$ 、焦点距離を $f_o = 3$ mm、横倍率を $m_o = 0$ 、係数を $\beta = \pm 0.12$ 、とすると、

$$dW_o/dm_o = \pm 0.047 \text{ (mm)}$$

【0046】また、カップリングレンズの焦点距離を $f_c = 20$ mmとすると、

$$dm_o/df_c = -0.0075 \text{ (mm}^{-1}\text{)}$$

【0047】また、波長を $\lambda = 650$ nm、カップリングレンズの屈折率を $n = 1.54113$ 、線膨張係数を $\alpha = 7 \times 10^{-6}$ 、屈折率の温度変動を $dn/dt = -1.2 \times 10^{-4}$ 、半導体レーザの発振波長の温度変動を $d\lambda/dt = 2 \times 10^{-7}$ 、波長変化による屈折率変化を $dn/d\lambda = -38$ とすると、 $c_1 = -2.97 \times 10^{-4}$ 、 $c_2 = 1.68 \times 10^{-4}$ となる。

【0048】もし、カップリングレンズが回折面を有しないならば、 $df_c/dt = 0.0059$ であり、 $\Delta t = 30$ 度とすると、

$$\Delta W_o = 0.047 \times |(-0.0075) \times 0.0059 \times 30| = 0.000062 \text{ mm} = 0.096 \lambda$$

となり、マレシャルの判別値 0.07λ rmsより劣化してしまう。この劣化はカップリングレンズの焦点距離が短いほど大きい。

【0049】本発明によれば、カップリングレンズに適切な回折パワーを付与することにより、この劣化を小さくすることができる。

【0050】即ち、対物レンズの基準状態の波面収差を0と仮定し、30度の温度変動に対して、波面収差の劣化を 0.07λ rmsにおさえることが必要として、次の条件を得る。

$$0.07\lambda > (dW_o/dm_o) \cdot |(dm_o/df_c) \cdot (df_c/dt) \cdot 30(^{\circ}\text{C})|$$

この式に前記の関係をを用いると、次の式(1)が得られる。

【0051】

$$(NA_o \cdot (1 - m_o))^4 \cdot (f_o^2/f_c) \cdot |c_1 + (c_2 - c_1) \cdot \phi_D/\phi_C| < 0.019\lambda$$

(1)

レンズから射出される光束の発散の度合いが殆ど変わらずその発散角が殆ど変化しないために、対物レンズの波面収差劣化が小さい光ピックアップ装置を得ることができ

る。また、次の式(2)を満たすことがより望ましい。* * 【0053】

$$(NA_o \cdot (1 - m_o))^4 \cdot (f_o^2 / f_c) |c_1 + (c_2 - c_1) \cdot \phi D / \phi C| < 0.010\lambda \quad (2)$$

【0054】また、カップリングレンズとしての実用的な条件範囲として、対物レンズの像側開口数 $NA_o =$ ※の光ピックアップに対応できるためには、次の式(3)を満たすことが必要である。

0.6、焦点距離 $f_o = 1.0$ mm、横倍率を $m_o = 0$ ※ 【0055】

$$|c_1 + (c_2 - c_1) \cdot \phi D / \phi C| / f_c < 0.15\lambda \text{ (mm)} \quad (3)$$

【0056】より望ましくは次の式(4)を満たすこと ☆【0057】である。

$$|c_1 + (c_2 - c_1) \cdot \phi D / \phi C| / f_c < 0.037\lambda \text{ (mm)} \quad (4)$$

【0058】さらに望ましくは次の式(5)を満たす ☆【0059】とである。

$$|c_1 + (c_2 - c_1) \cdot \phi D / \phi C| / f_c < 0.009\lambda \text{ (mm)} \quad (5)$$

【0060】また、カップリングレンズの倍率 m_c (平 ◇ある。

行光を射出する場合を0とする)及び焦点距離は次の式 【0061】

(6)、(7)の範囲をそれぞれ満たすことが実用的で◇

$$-0.2 \leq m_c \leq 0.2 \quad (6)$$

【0062】

$$2.0 \leq f_c \leq 25 \quad (7)$$

【0063】この場合、 m_c が式(6)の下限以上である 20*の記録または再生できる光ピックアップ装置を得ること
と、カップリングレンズの外径が大きくなり、上限
以下であると、対物レンズの外径が大きくなり、光ビ
ックアップ装置の小型化が可能となる。
【0064】また、 f_c が式(7)の下限以上である
と、上述の温度補償効果を得るために強いパワーの回折
面がさほど必要にならず、回折効率の高い回折輪帯を製
造することが容易となり、上限以下であると、光ビッ
ックアップ装置の小型化が可能となる。

【0065】また、回折輪帯間の間隔が過小となると製
造が困難になるが、この問題を避けるためには回折面を
両面に設けることや高次の回折光を用いてブレース化す
ることが有効である。また、短波長の光源を使った光ビ
ックアップ装置に本発明を適用することにより、高密度*

【0066】

【実施例】次に、上述した本発明のカップリングレンズ
について実施例1、2、3を説明する。実施例1、2は
基準波長650 nm、実施例3は基準波長400 nmで
ある。各実施例の諸元値は下記の表1のとおりである。
また、表1の最下段に、ピックアップ装置に関する上述
の式(1)の値を示す。

【0067】

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3
λ (nm)	650	650	400
カップリングレンズのNA	0.107	0.188	0.188
f_c (mm)	14.0	8.0	8.0
m_c	0	0	0
第1面の回折面のパワー	0.0318	0.080	0.132
ϕD	0.0318	0.080	0.132
dn/dt	$-1.2 \cdot 10^{-4}$	$-1.2 \cdot 10^{-4}$	$-1.2 \cdot 10^{-4}$
$dn/d\lambda$	-38	-38	-160
$d\lambda/dt$	$2 \cdot 10^{-7}$	$2 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-8}$
N	1.54113	1.54113	1.5244
α	$7 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$	$7 \cdot 10^{-4}$
c_1	$-2.97 \cdot 10^{-4}$	$-2.97 \cdot 10^{-4}$	$-3.14 \cdot 10^{-4}$
c_2	$1.68 \cdot 10^{-4}$	$1.68 \cdot 10^{-4}$	$-1.5 \cdot 10^{-4}$
$ c_1 + (c_2 - c_1) \cdot \phi D / \phi C / f_c$	$6.4 \cdot 10^{-8}$ (=0.0098 λ)	$7.5 \cdot 10^{-8}$ (=0.00012 λ)	$2.2 \cdot 10^{-7}$ (=0.00065 λ)
対物レンズを $NA_o=0.6$ 、 $f_o=3$ mm、 $m_o=0$ とした時の式(1)の値	$7.5 \cdot 10^{-4}$ (=0.011 λ)	$8.7 \cdot 10^{-4}$ (=0.00013 λ)	$2.6 \cdot 10^{-7}$ (=0.00065 λ)

【0068】なお、実施例3では、実施例1、2にくら

い回折面のパワーが必要である。

べ、 $d\lambda/dt$ が小さい短波長用レーザとしたため、強

【0069】また、回折面は次の光路差関数 $\phi(h)$ で

表し、光路差関数の値が $m\lambda$ (m は回折次数) 変わるとに回折輪帯を設ける。

【0070】

$$\Phi(h) = b_2 \cdot h^2 + b_4 \cdot h^4 + b_6 \cdot h^6 + \dots$$

ただし、 h ：光軸からの距離

b_2, b_4, b_6, \dots ：光路差関数の係数

【0071】また、非球面は次の式で表す。

$$X = (h^2/r) / (1 + \sqrt{1 - (1 + K)h^2/r^2}) + A_2 \cdot h^2 + A_4 \cdot h^4 + A_6 \cdot h^6 + \dots$$

但し、 A_2, A_4, A_6, \dots ：非球面係数

K ：円錐係数

r ：近軸曲率半径

【0073】〈実施例1〉

【0074】表2に実施例1のレンズデータを示す。なお、表1の通り、光源波長 $\lambda 650\text{nm}$ のとき、焦点距離 $f c 14.0\text{mm}$ 、光源側開口数 $NA 0.107$ であ*

＊る。

【0075】

【表2】

【0076】図2は実施例1のカップリングレンズのレンズ断面図であり、図3は実施例1のカップリングレンズの球面収差図である（基準波長 $\lambda 650\text{nm}$ 、光源側開口数 $NA 0.107$ ）。図3から実施例1のカップリングレンズでは基準波長 $\lambda = 650\text{nm}$ で十分に球面収差補正がされていることが分かる。

【0077】〈実施例2〉

【0078】表3に実施例2のレンズデータを示す。なお、表1の通り、光源波長 $\lambda 650\text{nm}$ のとき、焦点距離 $f c 8.0\text{mm}$ 、光源側開口数 $NA 0.188$ である。

【0079】

【表3】

面No	R	d	n ($\lambda=650\text{nm}$)	アッペ数
(射出側)	∞	∞		
(絞り)	∞	0.000		
1(非球面1・回折面1)	7.5161	1.500	1.54113	56.0
2	17.0792	1.000		
3 } カバーガラス	∞	0.950	1.51405	64.1
4 }	∞	5.188		
(発光点)				

非球面係数1

$$K = 0.00$$

$$A_4 = 3.6555 \times 10^{-3}$$

$$A_6 = -3.6276 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 1.5313 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = -2.3406 \times 10^{-4}$$

回折面係数1

$$b_2 = -4.0000 \times 10^{-2}$$

$$b_4 = 1.8213 \times 10^{-3}$$

$$b_6 = -1.9453 \times 10^{-3}$$

$$b_8 = 8.2029 \times 10^{-4}$$

$$b_{10} = -1.2531 \times 10^{-4}$$

【0080】図4は実施例2のカップリングレンズのレンズ断面図であり、図5は実施例2のカップリングレンズの球面収差図である（基準波長 $\lambda 650\text{nm}$ 、光源側開口数 $NA 0.188$ ）。図5から実施例2のカップリングレンズでは基準波長 $\lambda = 650\text{nm}$ で十分に球面収差補正がされていることが分かる。

【0081】〈実施例3〉

【0082】表4に実施例3のレンズデータを示す。なお、表1の通り、光源波長 $\lambda 400\text{nm}$ のとき、焦点距離 $f c 8.0\text{mm}$ 、光源側開口数 $NA 0.188$ である。

【0083】

【表4】

面No	R	d	n ($\lambda=400\text{nm}$)	アッペ数
(射出側)	∞	∞		
(絞り)	∞	0.000		
1(非球面1・回折面1)	3.0003	2.000	1.5244	56.0
2	1.7236	4.780		
(発光点)				

非球面係数1

$$K = 1.0737$$

$$A_4 = 1.0909 \times 10^{-2}$$

$$A_6 = -8.8375 \times 10^{-3}$$

$$A_8 = 1.3552 \times 10^{-3}$$

$$A_{10} = 6.5016 \times 10^{-5}$$

回折面係数1

$$b_2 = -6.6000 \times 10^{-2}$$

$$b_4 = 5.4557 \times 10^{-3}$$

$$b_6 = -4.8068 \times 10^{-3}$$

$$b_8 = 9.9355 \times 10^{-4}$$

【0084】図6は実施例2のカップリングレンズのレンズ断面図であり、図7は実施例3のカップリングレンズの球面収差図である（基準波長 $\lambda 400\text{nm}$ 、光源側開口数NA0.188）。図7から実施例3のカップリングレンズでは基準波長 $\lambda = 400\text{nm}$ で十分に球面収差補正がされていることが分かる。

【0085】以上の実施例においては、本発明の回折面をカップリングレンズに設けた例を挙げて説明したが、カップリングレンズを設ける代わりに、入射光束の発散角が実質的に変換しない光学素子を、カップリングレンズの近傍に設けて、その光学素子に本発明の回折面を設けるようにしてもよい。

【0086】

【発明の効果】本発明によれば、プラスチック材料からなるカップリングレンズを射出した光束の発散角が温度が変動してもほとんど変化しない。従って、このカップリングレンズ光をピックアップ装置に用いると、温度が変動しても、対物レンズに対する物体位置が変化せず、対物レンズの球面収差が劣化しないピックアップ装置を提供できる。また、温度変動が生じて安定した平行光束が射出できる半導体レーザコリメート装置を提供でき

20* 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による実施の形態の光ピックアップ装置の構成を示す光路図である。

【図2】本発明の実施の形態にかかる実施例1のカップリングレンズのレンズ断面図である。

【図3】実施例1のカップリングレンズの基準波長 $\lambda = 650\text{nm}$ に対する球面収差図である。

【図4】本発明の実施の形態にかかる実施例2のカップリングレンズのレンズ断面図である。

【図5】実施例2のカップリングレンズの基準波長 $\lambda = 650\text{nm}$ に対する球面収差図である。

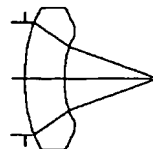
【図6】本発明の実施の形態にかかる実施例3のカップリングレンズのレンズ断面図である。

【図7】実施例3のカップリングレンズの基準波長 $\lambda = 400\text{nm}$ に対する球面収差図である。

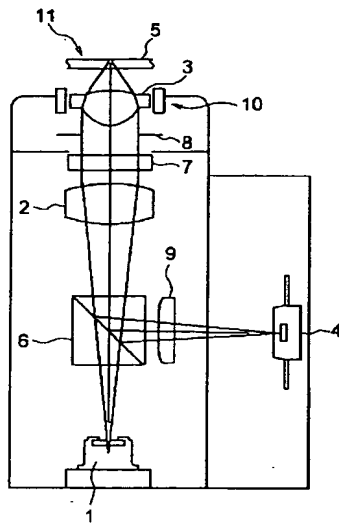
【符号の説明】

- | | |
|----|------------|
| 1 | 半導体レーザ（光源） |
| 2 | カップリングレンズ |
| 3 | 対物レンズ |
| 4 | 光検出器 |
| 5 | 情報記録面 |
| 11 | 光情報記録媒体 |

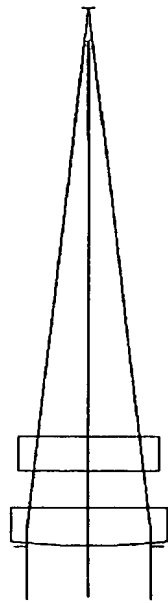
【図6】



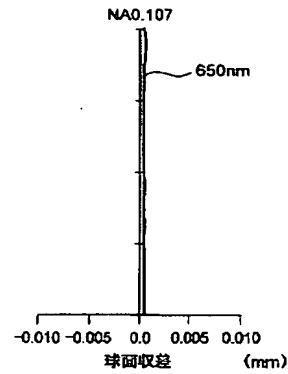
【図1】



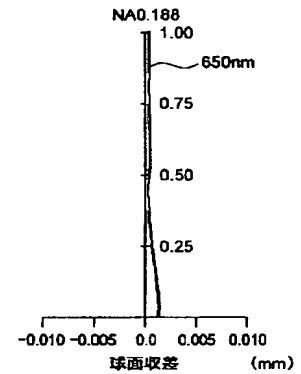
【図2】



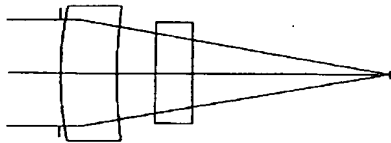
【図3】



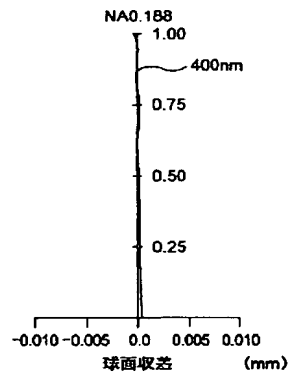
【図5】



【図4】



【図7】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA13 LA25 NA08 PA01 PA17
PB01 QA03 QA07 QA12 QA15
QA31 QA32 RA05 RA13 RA42
RA46 UA01
5D119 AA09 AA21 BA01 DA01 DA05
EC01 FA05 JA02 JA04 JB03
9A001 KK13 KK16